

宁夏开发区土地集约利用时空分布特征与驱动因素分析

袁庆雯¹, 刘艳芳¹, 赵金梅², 安睿¹, 刘耀林¹

(1. 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430079; 2. 宁夏自然资源勘测调查院, 宁夏 银川 750002)

摘要: 开发区土地集约利用是新时代区域高质量发展的重要支撑, 二者的关系成为当前的研究热点。以宁夏开发区为例, 评价分析2018—2021年土地集约利用的时空分布特征, 从经济质量、创新驱动、开放环境、绿色转型和结构优化5个维度选取影响因素, 应用时空地理加权回归(GTWR)模型探究其对集约用地的驱动机理。结果表明: (1) 宁夏开发区土地集约水平呈现北部引黄灌区>中部干旱区>南部山区的分布格局, 研究时段内差异缩小。(2) GTWR模型可以有效捕捉驱动机制的时空差异, 绿色转型、结构优化是土地集约利用的主导驱动因素, 创新驱动、经济质量是次要因素。(3) 各因子对集约用地的驱动作用呈现显著的时空分异性, 固定资产投资增长率等对北部引黄灌区开发区的驱动作用更显著, 工业企业总收入增长率等则是中南部开发区的主要影响因素; 单位工业收入地耗对集约水平的影响小幅下降, 其他因子逐渐增强。研究揭示了高质量发展目标下各开发区集约用地的动力机制, 有助于为宁夏开发区土地利用的分区管控提供政策参考, 也为西部黄河流域高质量园区建设贡献一份力量。

关键词: 高质量发展; 土地集约利用; 驱动机理; GTWR模型; 宁夏开发区

文章编号: 1000-6060(2024)05-0861-11(0861~0871)

新时代高质量发展的内涵是构建“集约高效的生产空间”^[1], 开发区作为现代工业的集聚中心, 是支撑区域生产与经济发展的重要空间载体, 也是实现区域经济增长的中坚力量, 其集约用地程度在高质量发展战略的实施中至关重要^[2]。然而, 新型城镇化快速推进的情景之下, 产业结构混乱、产业同质化严重、土地利用集聚效应不显著等问题不断制约着开发区土地利益的最大化, 阻滞着土地的集约化利用。如何在高质量发展的时代背景下保证开发区土地的集约化利用, 实现土地利用与区域发展高效科学的良性互动, 是值得讨论的重要议题。

开发区土地集约评价主要包含3部分: 一是评价指标体系的构建^[3], 二是综合评价方法的选择^[4-5], 三是评价结果的空间差异分析^[6-7]。现有研究已然对开发区土地集约评价进行了较为全面的探索, 但缺乏对集约利用度时空差异的同时考虑, 且研究对

象多集中在东南部经济发达地区, 鲜少涉及对西部欠发达地区土地集约利用时空分异特征的探索。

土地集约利用与高质量发展的交互关系主要集中在耦合协调、互馈机制和驱动因素3方面。耦合协调方面的研究成果较为丰硕, 基于耦合协调度模型^[8-9]、脱钩指数^[8]等方法探索城镇化^[10]、生态环境^[11-12]等与土地集约利用的交互作用; 两者互馈机制方面的研究较为有限, 当前的研究共识是土地集约利用与高质量发展间存在相互作用^[13], 且二者协调有序良性互动是新时代区域可持续、高质量发展的重要推动力^[14]; 驱动因素方面, 范胜龙等^[13]认为经济的高质量发展是影响集约用地水平的重要因子。上述关于土地集约利用与高质量发展相互关系的研究已取得很大进展, 但驱动因素方面的研究仅顾及区域经济发展, 缺乏对高质量发展内涵的全面考虑以及面向高质量发展目标的情境下集约

收稿日期: 2023-10-01; 修订日期: 2024-01-07

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(42230107)资助

作者简介: 袁庆雯(2000-), 女, 硕士研究生, 主要从事土地可持续利用与区域高质量发展研究. E-mail: qingwenyuan1@126.com

通讯作者: 刘耀林(1960-), 男, 博士, 教授, 国际欧亚科学院院士, 主要从事土地信息技术的理论、方法与应用研究. E-mail: yaolin610@yeah.net

用地驱动机理的探究。

近年来,推动黄河流域生态保护与高质量发展成为国家战略发展目标,宁夏作为黄河流域高质量发展先行区,承担着黄河流域高质量发展的重大政治任务。基于此,本研究以宁夏 23 个开发区为单元,评价分析 2018—2021 年土地集约利用的时空动态特征,在此基础上,以开发区 2019—2021 年土地集约利用度为因变量,基于高质量发展的时代背景选取影响开发区集约用地的因素作为解释变量,应用时空地理加权回归(GTWR)模型探究高质量发展目标下集约用地的驱动机理,为西部地区面向高质量发展目标的情境下推动开发园区土地的高效集约利用提供实证启示。

1 数据与方法

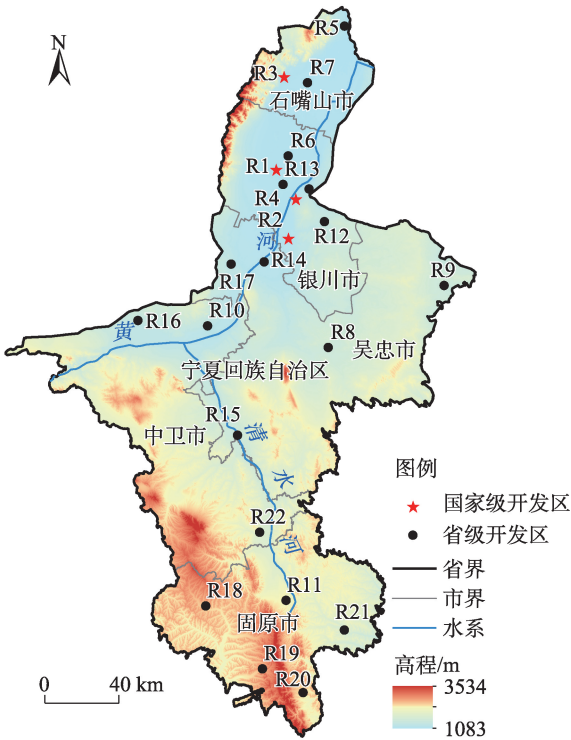
1.1 研究区概况

宁夏地域分异显著,共 5 个市级行政单元(图 1),可分为三大自然区:北部引黄灌区、中部干旱区和南部山区。近年来面对“新型工业强区计划”,宁夏积极开展开发区的整合优化和改革创新(表 1),加快构建具有自治区特色的“一核两极”区域布局,以支持建设黄河流域高质量发展先行区。其中,“一核”即银川-宁东-吴忠一体化发展核心区,“两极”即北部转型升级区、中南部绿色发展区 2 个特色区。

1.2 数据来源

本研究所用数据主要包括:(1) 矢量数据:行政

区划及开发区点位数据,来源于宁夏自然资源勘测调查院;(2) 栅格数据:DEM 高程数据,来源于地理空间数据云的 ASTER GDEM 数据,空间分辨率为 30 m;(3) 社会经济数据:2019—2021 年市域生产总值数据,来源于《宁夏统计年鉴》;距三站一场最近



注:该图基于宁夏标准地图服务网站下载的审图号为宁 S(2022)第 001 号的标准地图制作,底图边界无修改。下同。

图 1 研究区示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the study area

表 1 开发区基本信息

Tab. 1 Basic information of development zones

开发区名称	编号	所处区域	开发区名称	编号	所处区域
银川经济技术开发区	R1	北部引黄灌区	永宁工业园区	R13	北部引黄灌区
银川高新技术产业开发区	R2	北部引黄灌区	吴忠金积工业园区	R14	北部引黄灌区
石嘴山高新技术产业开发区	R3	北部引黄灌区	同心工业园区	R15	中部干旱区
银川综合保税区	R4	北部引黄灌区	中卫工业园区	R16	北部引黄灌区
石嘴山经济技术开发区	R5	北部引黄灌区	青铜峡工业园区	R17	北部引黄灌区
贺兰工业园区	R6	北部引黄灌区	西吉工业园区	R18	南部山区
平罗工业园区	R7	北部引黄灌区	隆德县六盘山工业园区	R19	南部山区
吴忠太阳山开发区	R8	中部干旱区	泾源县轻工产业园区	R20	南部山区
盐池工业园区	R9	中部干旱区	彭阳县王洼产业园区	R21	南部山区
中宁工业园区	R10	北部引黄灌区	海兴开发区	R22	南部山区
固原经济开发区	R11	南部山区	苏银产业园	R23	北部引黄灌区
宁东能源化工基地开发区	R12	北部引黄灌区			

距离数据,来源于百度地图中各开发区距三站一场的最近距离;(4) 基础测绘数据:2018—2021年各开发区土地集约利用评价基础数据,来源于宁夏自然资源勘测调查院。

1.3 指标设计

1.3.1 土地集约利用评价指标体系 依据《开发区土地集约利用评价规程》构建土地集约利用评价指标体系(表2),采用全国统一下发的权重值,通过目标值法、前三名平均值、四分之三位法后取整、最大值后取整等综合确定理想值,指标标准化后依次计算子目标集约值、目标集约值、开发区集约利用综合分值。

1.3.2 面向高质量发展的自变量指标体系 高质量发展的目标在于解决区域“创新、协调、绿色、开放、共享”多维发展间不平衡与不充分的问题,有关高

质量发展评价指标体系的构建与影响因素的探究也多从以上5个方面展开。开发区作为城市经济发展的重要支撑,相较区域而言承担的共享发展任务较弱,相关研究中也多从综合质效、创新发展、区域带动、绿色发展、开放发展、政策因素等方面构建高质量发展评价指标体系^[15-16]。

结合研究区实际情况,基于高质量发展视角,区别于土地集约评价体系,从经济质量、创新驱动、开放环境、绿色转型和结构优化5方面筛选影响开发区土地集约利用的因素(表3)。经济质量方面选取工业企业总收入增长率^[13]、总收入在市域占比^[17]2项指标,表征开发区的总体实力与区域带动作用;创新驱动方面从创新投入、创新产出2个维度分别选取固定资产投资增长率^[18]、高新技术产业收入占比^[15]指标;开放环境方面选择距三站一场

表2 开发区土地集约利用评价指标及权重

Tab. 2 Evaluation indicators and weights for intensive land use in development zones

目标	目标层权重	子目标	子目标权重	指标	指标属性	指标权重
土地利用状况	0.72	土地利用程度	0.23	土地开发率	正向	0.24
				土地供应率	正向	0.34
				土地建成率	正向	0.42
		用地结构状况	0.24	工业用地率	正向	1.00
		土地利用强度	0.53	综合容积率	正向	0.24
				建筑密度	正向	0.22
				工业用地综合容积率	正向	0.28
				工业用地建筑系数	正向	0.26
		用地效益	0.18	产业用地投入产出效益	1.00	工业用地固定资产投入强度
工业用地产出强度	正向					0.30
工业用地地均税收	正向					0.30
管理绩效	0.10	土地利用监管绩效	1.00	土地闲置率	负向	0.50
				批而未供率	负向	0.50

表3 解释变量及计算方法

Tab. 3 Explanatory variables and their calculation methods

维度	指标	计算方法	指标属性
经济质量	工业企业总收入增长率	本期工业企业总收入较上期的增长	正向
	总收入在市域占比	工业企业总收入/所在市域生产总值	正向
创新驱动	固定资产投资增长率	本期固定资产投资较上期的增长	正向
	高新技术产业收入占比	高新技术产业收入/开发区总收入	正向
开放环境	距三站一场最近距离	开发区距离火车站、高铁站、汽车站、机场的最近距离	负向
	制度创新力	梳理各园区成立以来管控政策,根据创新能力进行1~5赋值	正向
绿色转型	单位工业收入地耗	工业用地面积/工业企业总收入	负向
结构优化	二、三产业税收增长率	本期二、三产业税收总额较上期的增长	正向
	工业用地投入产出增长率	本期工业用地投入产出强度较上期的增长	正向

最近距离^[17]、制度创新力^[16]2项指标,表征开发区对外通达程度与制度创新赋能企业高质量发展的能力;绿色转型方面选取单位工业收入地耗^[19],突出开发区的绿色生产能力;结构优化方面选取二、三产业税收增长率^[20-21]、工业用地投入产出增长率^[15]2项指标,反映开发区产业结构调整与产业转型的发展效果。

1.4 研究方法

1.4.1 集约度计算方法

(1) 子目标值

$$f_{ij} = \sum_{k=1}^m (s_{ijk} \times w_{ijk}) \quad (1)$$

式中: f_{ij} 为 i 目标 j 子目标的土地集约利用值; s_{ijk} 为 i 目标 j 子目标 k 指标的标准化值; w_{ijk} 为 i 目标 j 子目标 k 指标相对 j 子目标的权重值; m 为子目标个数。

(2) 目标值

$$f_i = \sum_{j=1}^m (f_{ij} \times w_{ij}) \quad (2)$$

式中: f_i 为 i 目标的土地集约利用值; w_{ij} 为 i 目标 j 子目标相对 i 目标的权重值。

(3) 集约用地综合值

$$f_a = \sum_{i=1}^n (f_i \times w_i) \quad (3)$$

式中: f_a 为 a 开发区的土地集约利用值; w_i 为 i 目标的权重值; n 为目标个数。

1.4.2 时空地理加权回归(GTWR)模型 空间自相关性与空间非平稳性的存在违背了普通最小二乘回归(OLS)模型的样本独立性假设,因而研究中多采用地理加权回归(GWR)模型将空间要素作为权重考虑进变量,以表征空间不同区域的局部回归差

异性^[22]。但GWR模型只能反映驱动因素对开发区土地集约利用的空间非平稳性,无法体现空间数据的时间特征,基于此,Huang等^[23]充分利用数据的时间特性构建三维坐标,同时考虑了时空特性对解释变量回归系数的影响,即GTWR模型能够表征各因素对集约水平影响的时空差异特征,公式如下:

$$f_a = \beta_0(u_a, v_a, t_a) + \sum_{p=1}^K \beta_p(u_a, v_a, t_a) x_{ap} + \varepsilon_a \quad (4)$$

式中: u_a 、 v_a 、 t_a 分别为 a 开发区的经度、纬度和观测时间点(2019—2021年); $\beta_0(u_a, v_a, t_a)$ 、 $\beta_p(u_a, v_a, t_a)$ 分别为 a 开发区的时空截距项和第 p 个解释变量在 a 开发区处的系数; K 为解释变量总数; x_{ap} 为第 p 个解释变量在 a 开发区的数据; ε_a 为模型误差项。

2 结果与分析

2.1 开发区土地集约利用时空分布特征

运用 ArcGIS 软件通过等间隔法对 2018—2021 年各开发区集约用地值进行空间可视化(图 2),研究时段内最高值与最低值之差在 36.02~41.96 间浮动,空间差异显著,呈现出北部引黄灌区>中部干旱区>南部山区的梯度分布格局,前者集约用地平均水平分别比后两者高 6.80%、12.06%。高值区集中在北部的宁东能源化工基地开发区(R12)、银川经济技术开发区(R1)、石嘴山高新技术产业开发区(R3),低值区则集中在苏银产业园(R23)与南部的海兴开发区(R22)、泾源县轻工产业园区(R20)。

为直观反映开发区集约用地水平的时间变化特征,分市域绘制雷达图(图 3)。2018—2021 年各市大部分开发区土地集约水平下降,且部分开发区

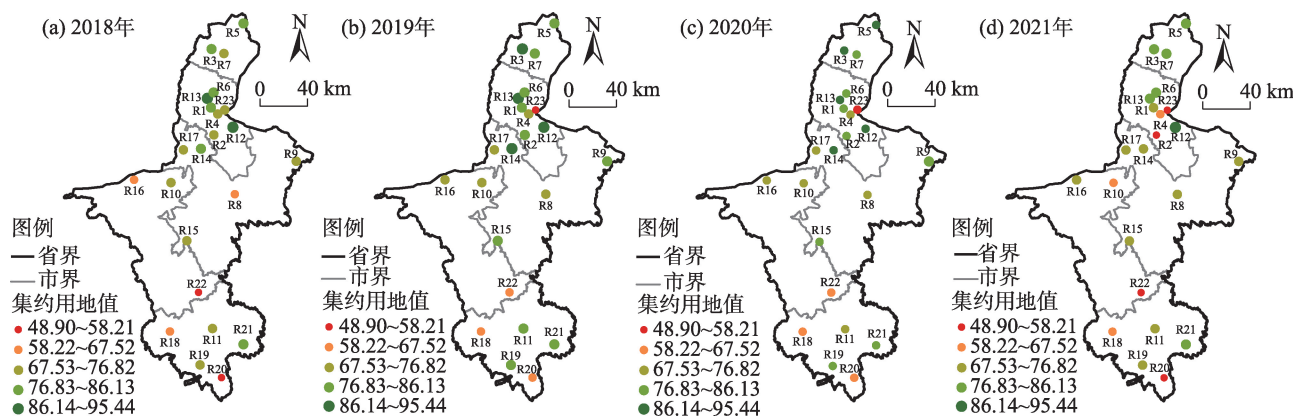


图2 2018—2021年开发区集约用地水平时空分布

Fig. 2 Spatial and temporal distributions of intensive land use levels in development zones from 2018 to 2021

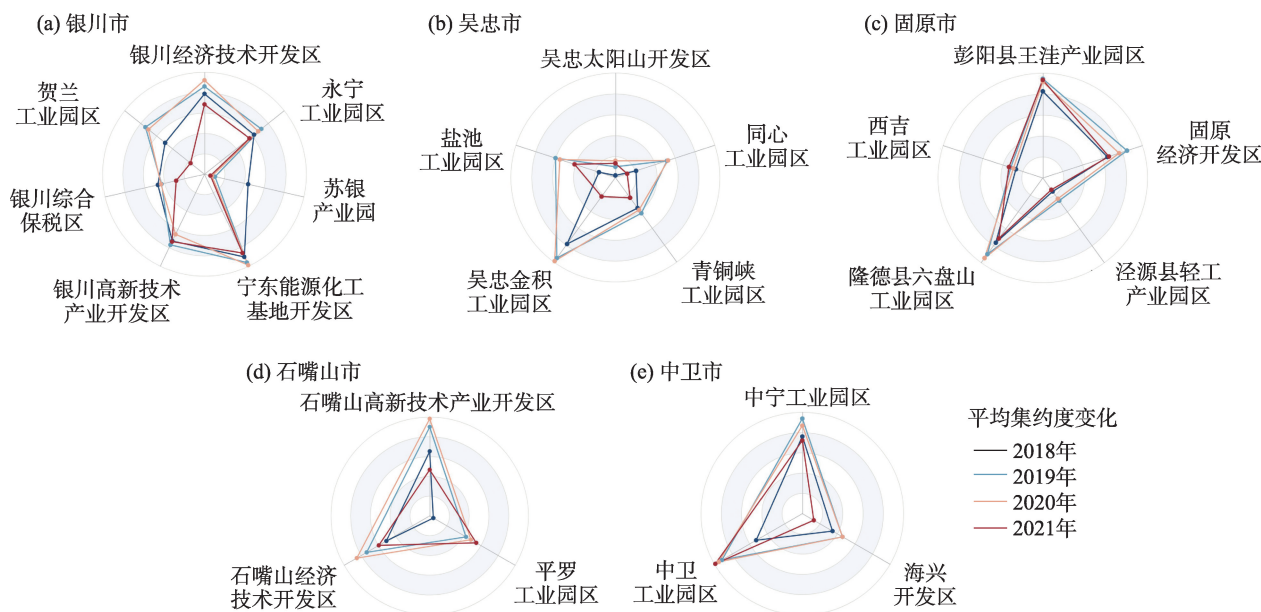


图3 2018—2021年市域开发区平均集约用地度动态变化

Fig. 3 Dynamics of the average degree of intensive land use in municipal development zones from 2018 to 2021

存在突变,银川高新技术产业开发区(图3a)、吴忠金积工业园区(图3b)、石嘴山高新技术产业开发区(图3d)和海兴开发区(图3e)的集约用地度在2020—2021年陡降;此外,西吉工业园区(图3c)和平罗工业园区(图3d)等集约用地度略微提升。总体上,银川市和吴忠市开发园区的土地集约利用水平下降较明显,固原市开发区集约用地水平则相较稳定。

2.2 拟合精度与驱动因素分析

2.2.1 模型拟合精度 由于影响因素中涉及增长率相关指标,研究中仅对2019、2020年和2021年进行回归分析,选取解释变量均通过多重共线性检验,方差膨胀因子(VIF)均在5以下。GTWR模型拟合结果显示(表4),调整后的拟合优度(调整的 R^2)为0.671,赤池信息量准则(AICc)为162.679,相较于OLS和GWR模型具有更高的解释能力。

2.2.2 面向高质量发展目标的开发区土地集约利用的驱动因素分析 新时代高质量发展背景下,各因

子的交互与博弈,共同作用着宁夏开发区土地的集约化利用(表5)。整体而言,工业企业总收入增长率、固定资产投资增长率、高新技术产业收入占比、二、三产业税收增长率和工业用地投入产出增长率等对开发区土地集约水平具有正向驱动,其平均回归系数分别为0.368、0.383、0.138、0.360和0.443,而距三站一场最近距离和单位工业收入地耗则具有负向作用,其平均回归系数分别为-0.047和-0.435。另外,回归系数的标准差显示,各因素的驱动作用差异明显,因而根据各因素的影响程度选取前6个因子分别按照等间隔法与自然断点法将回归系数及其变化进行可视化表达,探究其影响开发区集约用地水平的时空分异特征(图4、图5)。

经济质量中的工业企业总收入增长率对集约用地的正向驱动较强且较为稳定。高值区集中在泾源县轻工产业园区(R20)等南部固原市与中卫市的海兴开发区(R22),低值区则主要在北部引黄灌

表4 OLS、GWR和GTWR模型回归相关参数

Tab. 4 Parameters associated with OLS, GWR and GTWR model regression

变量	2019年		2020年		2021年		2019—2021年
	OLS	GWR	OLS	GWR	OLS	GWR	GTWR
R^2	0.693	0.909	0.646	0.870	0.749	0.970	0.714
调整的 R^2	0.480	0.578	0.401	0.468	0.576	0.865	0.671
AICc	204.135	192.555	235.004	197.798	198.415	187.654	162.679

注: R^2 为模型拟合优度;AICc为赤池信息量准则。

表5 GTWR 模型回归系数描述统计

Tab. 5 Descriptive statistics of GTWR model regression coefficients

维度	解释变量	最小值	最大值	平均值	标准差
经济质量	工业企业总收入增长率	0.284	0.488	0.368	0.055
	总收入在市域占比	-0.053	0.049	0.007	0.023
创新驱动	固定资产投资增长率	0.165	0.866	0.383	0.175
	高新技术产业收入占比	0.016	0.236	0.138	0.055
开放环境	距三站一场最近距离	-0.152	0.302	-0.047	0.129
	制度创新力	0.001	0.074	0.024	0.019
绿色转型	单位工业收入地耗	-0.822	0.311	-0.435	0.220
结构优化	二、三产业税收增长率	0.019	1.152	0.360	0.293
	工业用地投入产出增长率	0.267	0.549	0.443	0.062

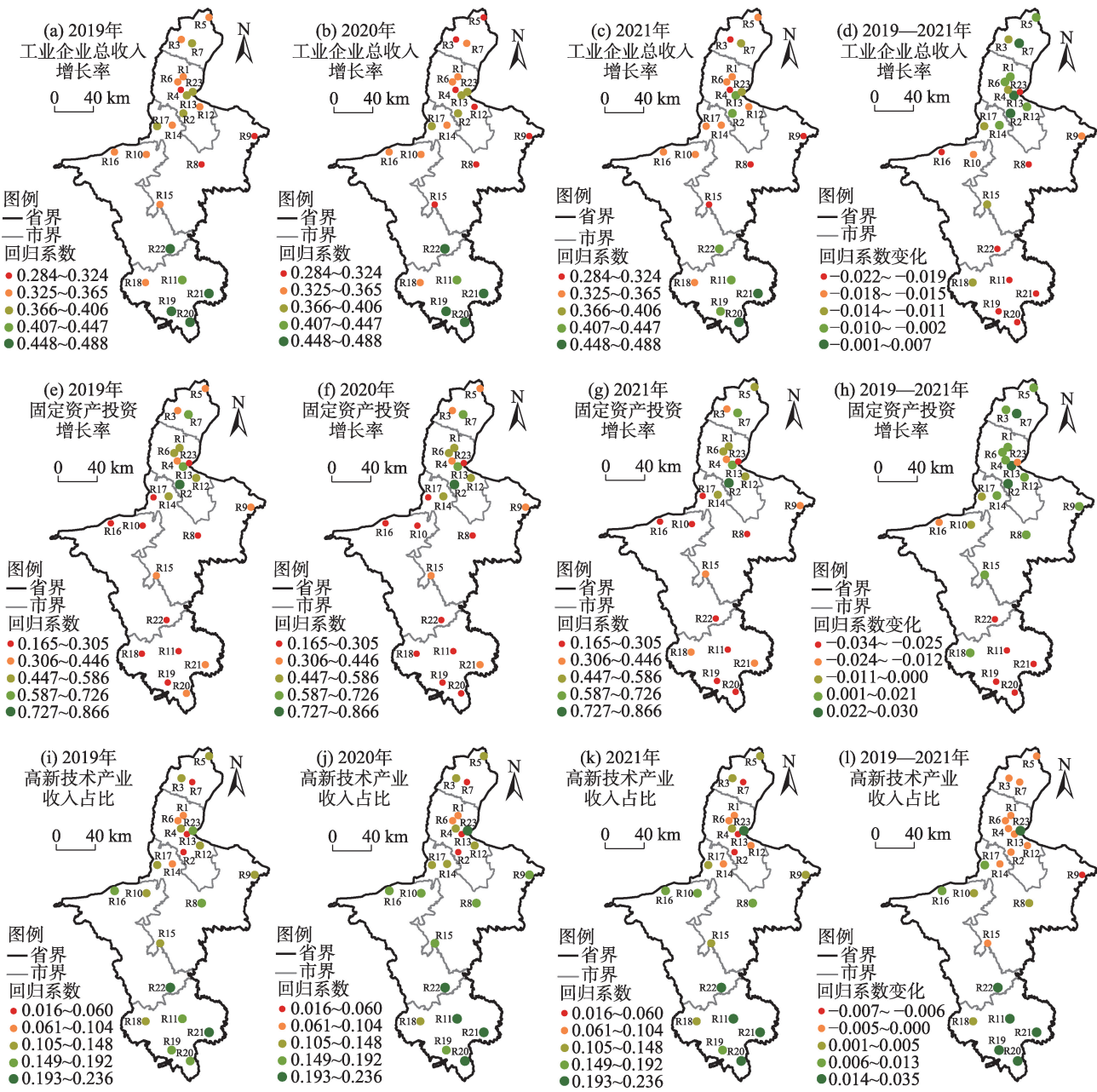


图4 经济质量与创新驱动影响系数时空分异

Fig. 4 Spatial and temporal divergence of impact coefficients of economic quality and innovation drive

产业收入占比对集约用地正向驱动的作用程度存在差异,高值区集中在中南部区域和北部苏银产业园(R23)且影响程度逐渐增强,低值区主要分布在吴忠金积工业园区(R14)和北部银川市、石嘴山市域,且回归系数总体呈下降趋势。

绿色转型中单位工业收入地耗对除苏银产业园(R23)外的开发区存在较强的负向驱动。负向低值区集中在北部的银川高新技术产业开发区(R2)、平罗工业园区(R7)等,但影响程度逐渐减弱。结构优化中二、三产业税收增长率对集约用地存在正向驱动且对多数开发区的作用强度不断提升。该因子对北部银川高新技术产业开发区(R2)、平罗工业园区(R7)等驱动作用较强,对中南部、尤其是南部开发区的影响相对较弱且作用程度多存在小幅度下降。工业用地投入产出增长率对集约用地有正向且逐渐增强的驱动作用,高值区的空间格局较为稳定,除银川高新技术产业开发区(R2)、石嘴山高新技术产业开发区(R3)、平罗工业园区(R7)外,该因子对多数开发区集约用地的驱动力较强且作用强度持续升高。

3 讨论

本文以宁夏回族自治区23个开发区为研究单元,构建多维指标体系评价了2018—2021年开发区的土地集约利用水平,采用GTWR模型揭示了高质量发展目标下各因子对集约用地水平的驱动机理。研究发现:

宁夏开发区土地集约利用的高值区集中在北部引黄灌区,由北向南集约用地水平趋于降低。北部银川市与石嘴山市地处沿黄经济带与“呼包银兰”经济带,集中全区92.43%的能源,是宁夏高质量园区建设的主战场,集约用地水平最高^[24]。其中,苏银产业园作为新成立开发区,入驻企业有限、园区建成率不高致使其整体集约用地水平较低。回溯评价指标,银川高新技术产业开发区等集约用地水平陡降的原因在于疫情时代工业用地投入产出能力的下降,导致开发区用地效益水平明显降低,进而影响其整体的土地集约利用度。平罗工业园区等依托区位优势与雄厚的产业基础,新型工业发展迅猛,特殊时期用地效益仍保持上升趋势,因而其集约用地水平有所提升。

关于高质量发展目标下土地集约利用驱动因素的研究发现,中南部开发区集约用地水平对综合实力的敏感度更高,可能是其经济发展水平有限,开发区综合实力的提升对投入产出效率的提高更为显著,因而能够明显提升其土地集约利用水平^[13]。北

部作为国家级开发区集聚地,产业发展潜力巨大,固定资产投资能够保持强劲增长,从而持续为开发区的创新发展注入活力^[18];创新产出对各开发区的解释能力一般,可能在于宁夏开发区的主导产业为装备制造、煤化工、农产品加工等,高新技术产业链尚处初期,成果的有效转化有限,因而其对集约用地水平的影响程度不高。节地增效始终贯穿在园区开发建设中,伴随各开发区绿色生产能力的提升,其影响程度略微下降,其中苏银产业园作为新成立的高新技术产业园区,研发投入短期内产出有限,同等产出水平下单位工业收入地耗的升高,说明工业用地率有所提升,同时《苏银产业园产业发展奖励办法》等的激励使得战略新兴产业的投资强度位居前列,用地结构的优化与投入强度的提升使得集约用地水平升高^[25],伴随研发成果的转化,该因素的正向影响逐渐减弱。北部银川高新技术产业开发区等作为智慧先行区,相较中南部产业升级优势显著,但高耗能重工业仍普遍存在,因而亟需二、三产业结构的优化^[20],南部开发区以第一产业为主,产业链的延伸与产业升级对其集约用地水平的提升则至关重要。

根据以上研究,本文提出如下建议:(1)创新驱动赋能园区投入产出能力。提升固定资产投资强度,加快建设高新技术成果转化平台,助力打造银川-宁东-吴忠一体化发展核心区,同时加强与南部开发区的资源共享与创新合作,全方位提升园区的投入产出能力。(2)优化产业结构,升级产业发展层次。北部开发区应转型高耗能产业,推动高新技术研发,促进二、三产业结构的优化调整,中南部则应拓展农业功能,提升宁夏特色农产品附加值,构建以一、二、三产深度融合的现代农业体系,逐步提升开发区综合实力。(3)推进园区循环化改造,加快建设绿色园区。北部开发区应加快智能制造与循环经济的发展,中南部可着力发展生态循环农业,实现生产过程的耦合与多联产,提高园区资源配置效率与绿色生产能力。

现有研究着重探讨了经济高质量发展对土地集约利用的影响^[8-10],本文则基于对高质量发展内涵的全面考虑,从多维角度探究开发区集约用地水平的驱动因素及时空分异特征,以新视角丰富了高质量发展与土地集约利用的交互作用在驱动因素领域的研究。但本研究囿于数据可得性与精度,驱

动因素的选取有待完善,今后可结合企业的创新、人才、进出口、环境等数据补充面向高质量发展的评价体系,此外,本研究集中于开发区尺度,市域与开发区在高质量发展目标下对开发区土地集约利用的共同作用可成为未来研究的重点。

4 结 论

(1) 2018—2021年宁夏开发区集约用地水平空间差异显著,呈现北部引黄灌区>中部干旱区>南部山区的空间格局,研究时段内中南部持续追赶北部,空间差异逐渐缩小。

(2) GTWR模型可以有效捕捉驱动机制的时空差异,结构优化、绿色转型对开发区集约用地水平的解释能力最强,是主要驱动因素;创新驱动、经济质量则是次要驱动因素。

(3) 固定资产投资增长率、二、三产业税收增长率、单位工业收入地耗是驱动北部引黄灌区开发区集约水平的主导因素,中部干旱区与南部山区的主要影响因素为工业企业总收入增长率、高新技术产业收入占比和工业用地投入产出增长率。单位工业收入地耗对集约水平的影响有小幅下降,其他各因子均趋于增强。

参考文献 (References)

[1] 杨俊,黄贤金,王占岐,等.新时代中国城市土地集约利用若干问题的再认识[J].中国土地科学,2020,34(11):31-37. [Yang Jun, Huang Xianjin, Wang Zhanqi, et al. Re-understanding of some issues in urban land intensive use of China in the new era[J]. China Land Science, 2020, 34(11): 31-37.]

[2] 李俊伟,赵美凤.中国民族地区高质量发展空间演变及其影响机理[J].干旱区地理,2024,47(3):496-505. [Li Junjia, Zhao Meifeng. Spatial evolution and influencing mechanism of high-quality development in ethnic minority areas of China[J]. Arid Land Geography, 2024, 47(3): 496-505.]

[3] 赵小凤,黄贤金,严长清,等.基于RAGA-AHP的工业用地集约利用评价——以江苏省开发区为例[J].长江流域资源与环境,2011,20(11):1315-1320. [Zhao Xiaofeng, Huang Xianjin, Yan Changqing, et al. Evaluation of intensive utilization of industrial land based on RAGA-AHP: A case study of development areas in Jiangsu Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(11): 1315-1320.]

[4] 唐旭,赵翔,刘耀林,等.开发区土地集约利用评价信息系统的构建与应用[J].武汉大学学报(信息科学版),2011,36(3):373-377. [Tang Xu, Zhao Xiang, Liu Yaolin, et al. Construction and ap-

plication of land use intensity evaluating information system of development zone[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2011, 36(3): 373-377.]

[5] 林坚,周琴丹,邓红蒂,等.开发区土地集约利用评价信息管理体系构建研究[J].中国土地科学,2011,25(8):74-79. [Lin Jian, Zhou Qindan, Deng Hongdi, et al. Study on developing an information management system for the assessment of intensive land use in development zones[J]. China Land Science, 2011, 25(8): 74-79.]

[6] 曹文慧,赵小凤,黄贤金,等.江苏省不同类型工业企业土地集约利用与影响因素[J].地域研究与开发,2016,35(3):104-108,113. [Cao Wenhui, Zhao Xiaofeng, Huang Xianjin, et al. Influential factors of different types of industrial enterprises land intensive use in Jiangsu Province[J]. Areal Research and Development, 2016, 35(3): 104-108, 113.]

[7] 陈威,潘润秋,王心怡,等.湖北省开发区土地集约利用空间分异与驱动力[J].江苏农业科学,2016,44(7):498-502. [Chen Wei, Pan Runqiu, Wang Xinyi, et al. Spatial divergence and driving force of land intensive utilization in development zones of Hubei Province[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2016, 44(7): 498-502.]

[8] 刘彦花,贾莉,叶国华.广西北部湾经济区土地资源利用与经济增长脱钩分析[J].水土保持通报,2019,39(6):267-274. [Liu Yanhua, Jia Li, Ye Guohua. Decoupling between land resource utilization and economic growth in Beibu Gulf Economic Zone of Guangxi Zhuang Autonomous Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(6): 267-274.]

[9] 刘少坤,王嘉佳,林树高,等.北部湾经济区城市土地集约利用与经济高质量发展耦合协调关系及障碍诊断[J].水土保持研究,2022,29(3):317-326. [Liu Shaokun, Wang Jiajia, Lin Shugao, et al. The coupling coordinated relationship and obstacle diagnosis between urban intensive land-use and high-quality economic development in Beibu Gulf Economic Zone[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2022, 29(3): 317-326.]

[10] 张中秋,张裕凤,韦金洪,等.时空锥视角下土地集约利用与新型城镇化交互效应[J].水土保持通报,2023,43(1):184-195. [Zhang Zhongqiu, Zhang Yufeng, Wei Jinhong, et al. Interaction between intensive land use and new-type urbanization from perspective of spatiotemporal cone[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(1): 184-195.]

[11] 李鸿飞,何颖茹,毕晓莉.黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调关系研究[J].干旱区地理,2022,45(4):1244-1253. [Li Hongfei, He Yingru, Bi Xiaoli. Coupling coordination relationship between ecological environment and high-quality development in Lanzhou section of Yellow River Basin[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(4): 1244-1253.]

[12] 陈超超,马丁丑,陈强强.湟水流域西宁段产业结构升级与生态效率提升的耦合路径识别[J].干旱区地理,2023,46(12):2042-2051. [Chen Chaochao, Ma Dingchou, Chen Qiangqiang. Coupling

- path identification of industrial structure upgrading and ecoefficiency enhancement in Xining section of Huangshui Basin[J]. *Arid Land Geography*, 2023, 46(12): 2042–2051.]
- [13] 范胜龙, 张莉, 曾在森, 等. 不同经济发展水平地区开发区土地集约利用的影响因素研究——以福建省为例[J]. *中国土地科学*, 2017, 31(6): 51–58. [Fan Shenglong, Zhang Li, Zeng Zaisen, et al. Factors influencing land intensive use of development zone in regions with different levels of economic development: A case study in Fujian Province[J]. *China Land Science*, 2017, 31(6): 51–58.]
- [14] 朱志远, 苗建军. 成渝城市群土地利用与生态经济发展协调度测度[J]. *城市问题*, 2017(5): 58–66. [Zhu Zhiyuan, Miao Jianjun. Countermeasure on the coordinative degree of urban land use and ecological economy of Chengdu-Chongqing urban agglomeration [J]. *Urban Problems*, 2017(5): 58–66.]
- [15] 刘会武, 赵祚翔, 马金秋. 国家高新区高质量发展综合性评价测度与趋势收敛检验[J]. *科学学与科学技术管理*, 2021, 42(6): 66–80. [Liu Huiwu, Zhao Zuoxiang, Ma Jinqiu. Comprehensive evaluation measure and trend convergence test for high-quality development of national high-tech zones[J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2021, 42(6): 66–80.]
- [16] 王鹏, 周国华, 唐承丽, 等. 湖南省国家级开发区高质量发展评价[J]. *湖南师范大学自然科学学报*, 2021, 44(2): 1–8. [Wang Peng, Zhou Guohua, Tang Chengli, et al. Evaluation on the high-quality development of national development zone in Hunan Province[J]. *Journal of Natural Science of Hunan Normal University*, 2021, 44(2): 1–8.]
- [17] 陈禹, 黄新焕, 欧忠辉. 福建省国家级经济技术开发区高质量发展水平测度研究[J]. *东南学术*, 2021(6): 176–185. [Chen Yu, Huang Xinhuan, Ou Zhonghui. A research on the measurement of high quality development level of Fujian[J]. *Southeast Academic Research*, 2021(6): 176–185.]
- [18] 邱冬阳, 彭青青, 赵盼. 创新驱动发展战略下固定资产投资结构与经济增长的关系研究[J]. *改革*, 2020(3): 85–97. [Qiu Dongyang, Peng Qingqing, Zhao Pan. Research on the relationship between fixed asset investment structure and economic growth under innovation-driven development strategy[J]. *Reform*, 2020(3): 85–97.]
- [19] 石彩霞, 贺小荣. “双碳”目标下黄河流域城市绿色发展效率测度及提升路径[J]. *干旱区地理*, 2024, 47(3): 528–538. [Shi Caixia, He Xiaorong. Measurement and improvement path of urban green development efficiency in the Yellow River Basin under the “carbon peaking and carbon neutrality” targets[J]. *Arid Land Geography*, 2024, 47(3): 528–538.]
- [20] 郭士伊, 刘文强, 赵卫东. 调整产业结构降低碳排放强度的国际比较及经验启示[J]. *中国工程科学*, 2021, 23(6): 22–32. [Guo Shiyi, Liu Wenqiang, Zhao Weidong. Adjusting industrial structure and reducing carbon emission intensity: International comparison and experience enlightenment[J]. *Strategic Study of CAE*, 2021, 23(6): 22–32.]
- [21] 罗雨, 肖海, 陈倩, 等. 国家级开发区高质量综合发展水平研究——以湖南省国家级开发区为例[J]. *中国商论*, 2023(2): 23–27. [Luo Yu, Xiao Hai, Chen Qian, et al. Research on the high-quality comprehensive development of national-level development zones: Taking national-level development zones in Hunan Province as examples[J]. *China Journal of Commerce*, 2023(2): 23–27.]
- [22] Brunsdon C, Fotheringham A, Charlton M. Geographically weighted regression: A method for exploring spatial nonstationarity[J]. *Geographical Analysis*, 1996, 28(4): 281–298.
- [23] Huang B, Wu B, Barry M. Geographically and temporally weighted regression for modeling spatio-temporal variation in house prices [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(3–4): 383–401.
- [24] 强妮. 不同区域开发区土地集约利用评价及障碍因素诊断——以宁夏为例[J]. *国土与自然资源研究*, 2024(1): 28–32. [Qiang Ni. Evaluation and obstacle factors of intensive land use in different regional development zones: A case study in Ningxia[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2024(1): 28–32.]
- [25] 吴双, 陈文波, 郑蕉. 基于分层线性模型的开发区工业用地集约利用影响因素研究[J]. *中国土地科学*, 2020, 34(1): 53–60. [Wu Shuang, Chen Wenbo, Zheng Jiao. Study on factors affecting industrial land use intensity of development zones based on hierarchical linear model[J]. *China Land Science*, 2020, 34(1): 53–60.]

Spatial and temporal distribution characteristics and driving factors of land intensive utilization in development zones of Ningxia

YUAN Qingwen¹, LIU Yanfang¹, ZHAO Jinmei², AN Rui¹, LIU Yaolin¹

(1. School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, Hubei, China;

2. Ningxia Natural Resources Survey and Investigation Institute, Yinchuan 750002, Ningxia, China)

Abstract: The intensive utilization of land within development zones is crucial for the region's high-quality development in the new era, with its dynamics emerging as a prominent research area. This study, focusing on the development zones of Ningxia, China, investigates the spatio-temporal distribution of land use intensification from 2018 to 2021. It identifies key influencing factors such as economic quality, innovation drive, open environment, green transformation, and structural optimization, employing the geographically and temporally weighted regression (GTWR) model to delineate the underlying drivers of intensive land use. The findings reveal that: (1) Land use intensification in Ningxia's development zones exhibits a distribution pattern where the northern Yellow River irrigation area surpasses the central arid area, which in turn surpasses the southern mountainous area, with the disparity between these areas decreasing over the study period. (2) The GTWR model proficiently captures spatial and temporal variations in the driving mechanism, highlighting green transformation and structural optimization as primary influencers, followed by innovation drive and economic quality. (3) The impact of each factor on land use intensification exhibits significant spatial and temporal heterogeneity; for instance, the growth rate of fixed asset investment exerts a more pronounced influence in the northern Yellow River irrigation area, while the growth rate of industrial enterprises' total income is more influential in the central and southern regions. Moreover, the effect of land consumption per unit of industrial income on intensification levels slightly diminishes, with the influence of other factors gradually intensifying. This study elucidates the dynamic mechanisms of intensive land use across different development zones, aiming to inform land use policy and support the development of high-quality zones in the western Yellow River Basin.

Key words: high-quality development; intensive land use; driving mechanism; GTWR model; development zones of Ningxia